Aus dem Physiologischen Institut in Freiburg im Breisgau
Direktor: Professor Dr. Hoffmann

Untersuchungen über das Vulpian-Heidenhain'sche Phänomen und seine Ermüdungserscheinungen

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde
einer hohen medizinischen Fakultät
der Albert-Ludwigs-Universität in Freiburg i. Br.

Vorgelegt von

Anni Berblinger

Zahnärztin
aus Grafenhausen

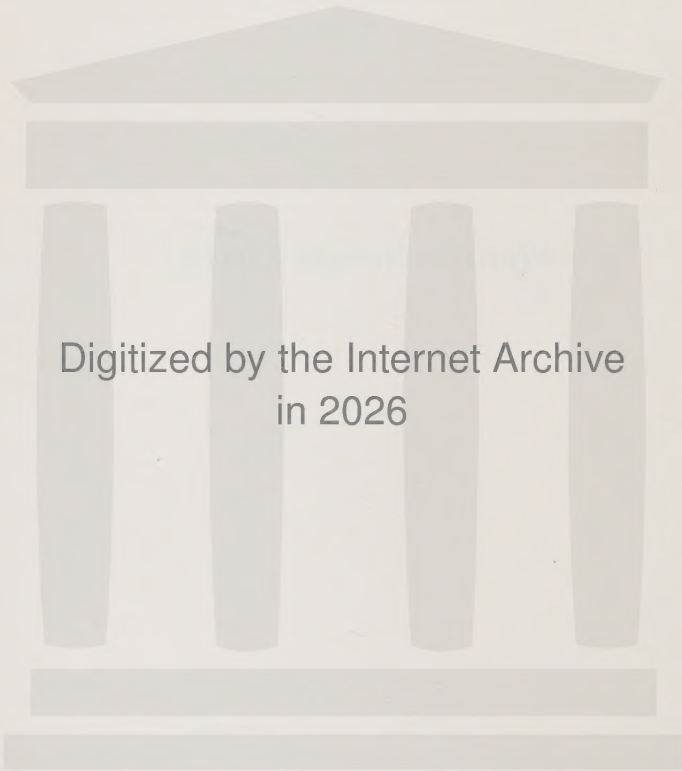
1935

Buchdruckwerkstätte Weis, Mühlhans & Räpple - Freiburg im Breisgau

Dekan: Prof. Dr. K a p f h a m m e r.
Referent: Prof. Dr. H o f f m a n n.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinen lieben Eltern!


Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41545318_0059

Phillipeaux und Vulpian[1] haben 1863 an Hunden, bei welchen der Nervus hypoglossus samt seinen Wurzeln entfernt worden war, die Beobachtung gemacht, daß der unter gewöhnlichen Umständen unwirksame Zungenast des fünften Hirnnerven nach einiger Zeit bei Reizung Bewegungen an der gelähmten Zungenhälfte auslöst. Diese Bewegung steht zu der raschen Kontraktion nach Reizung motorischer Nerven in starkem Kontrast, da sie viel langsamer abläuft.

Von Schiff und Heidenhain[3] sind später weitere Angaben über diese Erscheinung gemacht worden. Insgesamt ergibt sich folgendes Bild: Untersucht man das Tier in Rückenlage und reizt den normalen Hypoglossus, so kommt es zu einer sehr raschen, kräftigen Kontraktion der Zunge. Diese wird vom harten Gaumen, auf dem sie liegt, emporgehoben, während sich der äußere Rand einrollt. Die Latenzzeit beträgt etwa 0,02 Sek. Die Kontraktion verläuft in allen Einzelheiten so, wie wir es von den normalen quergestreiften Muskeln zu sehen gewohnt sind. Wird dagegen der Nervus lingualis nach vorheriger Durchschneidung des Hypoglossus gereizt, so setzt die Kontraktion erst nach langer Latenz ein, verläuft überaus langsam und überdauert den Reiz. Die Zunge verharrt einige Zeit gegen die Schwere in der eingenommenen Stellung und sinkt nur allmählich gegen den Gaumen zurück. Bei dieser Zungenkontraktion hebt sich der Rand stärker als

die Mitte, die Spitze später als die Basis und rollt sich spiralig auf. Ein solches Verhalten ist bei quergestreifter Muskulatur recht ungewöhnlich, erinnert aber an den Kontraktionsverlauf glatter Muskeln. Man pflegt diese Kontraktion zu den tonischen zu zählen, ohne damit mehr als eine Beschreibung der Tatsachen zu geben. Am besten auslösbar ist das Phänomen in der 2. bis 3. Woche nach Hypoglossusdurchschneidung, und eine deutliche Abnahme ist etwa vom 40. Tag an zu merken. Die Latenz dieser vom Lingualis ausgelösten Kontraktion beträgt 0,1—1 Sek. Sie hängt in weitem Maße von der Zahl, Frequenz und der Stärke der verwendeten Induktionsschläge, die man auf den Nerven wirken läßt, ab.

Der Einwurf, es handle sich nur um ein vasomotorisches Phänomen, um eine Art Erektion der Zunge, ist dadurch zu entkräften, daß bei Unterbindung des Blutkreislaufes die Reaktion ebenfalls zustande kommt. Van Rijnberk [6] konstatiert, daß die Erscheinung nichts mit der sympathischen Innervation zu tun hat. Die Fasern, die das Phänomen, dem man den Namen pseudomotorisch gegeben hat, hervorrufen, treten aus der Chorda tympani in den Lingualis. Rogowicz [4] und Sherrington [5] haben später zeigen können, daß bei entsprechender Versuchsanordnung das Phänomen bei allen Skelettmuskeln hervorgerufen werden kann. Es kommt darauf an, daß die motorischen Fasern des Muskels der Degeneration verfallen. Dann ergibt die Reizung der erhaltenen hinteren Wurzeln die Kontraktion.

Die tonomotorischen Fasern verlaufen immer mit den Gefäßerweiterern. Diese Ansicht ist noch besonders durch Hinsey und Gasser [14] erhärtet worden. Die Vasodilatatoren und die tonomotorischen Fasern beim Sherrington'schen Phänomen werden durch Fasern des Nervenstranges geleitet, die für die C-Welle des Aktionsstromes des Nervenkabels verantwortlich sind. Gasser und Hinsey halten sie sogar direkt für identisch.

Die Leitungsgeschwindigkeit dieser Nervenfasern ist auffallend gering. Sie beträgt nur etwa 2 m in der Sek.

Wenn man die vasodilatatorischen Fasern dem erweiterten Parasympathikus zurechnet, so wird man dies auch mit den tonomotorischen Fasern tun müssen. Dieser Gedankengang ist der Ausgangspunkt der wichtigen Arbeiten von Frank [9] u. [11] und seinen Mitarbeitern. Diese haben 1922 auf pharmakologischem Wege zu zeigen versucht, daß der tonomotorische Nerv dem erweiterten parasympathischen System zuzurechnen ist. Sie wählten ein parasympathikuslähmendes Mittel, um seine Aktion zu hemmen. Bei Verwendung von Scopolamin ist es ihnen bei steigender Dosis von 6—12 mgr. gelungen, zuerst eine Verlängerung der Latenzzeit, dann eine starke Ermüdung und schließlich vollständige Bremsung des Vulpian-Heidenhain'schen Phänomens zu erzeugen. Auf die Blutgefäße der Zunge übt das Scopolamin keinen Einfluß aus. Die Zunge schwillt an, obwohl sie sich nicht oder nur sehr wenig bewegt. Auch ist nach ihren Angaben mit 0,3 mgr. Adrenalin das Phänomen aufzuheben und erst nach ungefähr einer halben Stunde wieder auszulösen.

Schon Heidenhain hat das Zungenphänomen durch ein chemisches Mittel hervorzurufen versucht. Er hat geprüft, ob das gefäßerweiternde Nicotin die Kontraktion der gelähmten Zunge hervorbringen könne. Das Alkaloid zeigt sich wirksam, und er hat die Wirkung in 4 Perioden zerlegt. In der 1. Phase tritt das Phänomen auf, in der 2. Periode ist die Zunge blaß und blutleer und Reizung des Nervus linguales ist unwirksam. Frank und seine Mitarbeiter sehen diese lähmende Wirkung des Nicotins in der 2. Phase als eine curareartige Wirkung des Nicotins an, welche die Fortleitung der Lingualisimpulse blockiert. In der 3. Periode tritt nach Lingualisreizung Gefäßerweiterung auf, ohne daß die Muskelkontraktion auszulösen ist, und in der 4. Periode zeigt die Reizung des Nerven die-

selbe Wirkung wie vor der Nicotininjektion. Heidenhain hat auch bereits gefunden, daß die Durchschneidung des Nervus lingualis den motorischen Effekt der Injektion nicht aufhebt.

Frank und seine Mitarbeiter haben nun weiterhin die Wirkung eines Mittels, welches sämtliche dem Parasympathikus zugeschriebenen fördernden und hemmenden Effekte im Organismus hervorruft, auf die Zungenmuskulatur zu erproben gesucht. Dieses Mittel ist Acetylcholin. Es vermag, in Konzentration von 1 : 100 000 auf den Muskel gebracht, diesen augenblicklich in eine starke Kontraktion zu versetzen. Die genannten Autoren gaben einem Hunde 5—6 mgr. Acetylcholin intravenös. Bei dieser Dosis kommt es zu keiner Wirkung auf die normale quergestreifte Muskulatur. Wird aber der Nervus hypoglossus vor mindestens 4 Tagen durchschnitten, so zeigt sich schon bei der minimalen Gabe von 0,1 mgr. Acetylcholin ein deutliches Vulpian'sches Phänomen. Scopolamin verhindert die Wirkung des Acetylcholins, wie es auch die Wirkung der Lingualisreizung beim Zungenphänomen aufhebt; und zwar wirken 30 mgr. Scopolamin auf 0,1 mgr. Acetylcholin antagonistisch. Adrenalin zeigt ebenfalls eine Hemmung der Acetylcholinwirkung; dabei wirken 0,5 mgr. Adrenalin 1 mgr. Acetylcholin entgegen. Den Einwand, daß das Adrenalin dem Acetylcholin den Weg versperrt und es deshalb zu einer Kontraktion der Zunge nicht kommt, kann man dadurch widerlegen, daß ein leichtes Anschwellen der Zunge auftritt, zum Zeichen, daß das Alkaloid an den Ort seiner Wirksamkeit gelangt ist.

Das elektrische Verhalten der Zungenmuskulatur bei Reizung des Lingualis im Vulpian'schen Versuch und bei Auslösung der Kontraktur durch Acetylcholin ist von Schäffer und Licht[12] zum erstenmal 1926 untersucht worden. Sie verwendeten das Einthovensche Saitengalvanometer dazu. Der Unterschied gegenüber den gewöhnlichen Aktionsströmen

quergestreifter Muskeln ist sehr bedeutend. Es tritt ein einziger monophasischer Ausschlag der Saite auf und keine Saitenoscillationen. Die schon vor Eintritt des Phänomens bestehenden geringfügigen Schwankungen der Saite beziehen Schäffer und Licht auf die fibrillären Zuckungen der Zunge.

Elektrische und mechanische Erscheinungen des Vulpianschen Phänomens gehen einander weitgehend parallel. Beide treten am 4. Tage nach Hypoglossusdurchschneidung auf und lassen sich ungefähr 2 Monate verfolgen. Wird die Kontraktion der gelähmten Zunge durch intravenöse Acetylcholininjektion hervorgerufen, so erhält man im Prinzip die gleichen elektrischen Erscheinungen wie bei Lingualisreizung, nur verlaufen sowohl die mechanische als auch die elektrische Aktion unter Acetylcholin langsamer. Die Übereinstimmung der elektrischen und mechanischen Erscheinungen der Zungenkontraktur bei Reizung des Nervus lingualis und bei pharmaco-dynamischer Auslösung mit Acetylcholin spricht für die Richtigkeit der schon von Riesser und Steinhausen [10] vertretenen Auffassung, daß die Acetylcholinkontraktur eine echte Erregungskontraktur darstelle. Weitere Versuche von Schäffer und Licht zeigen, daß die an der Zunge gewonnenen Resultate auch für die Acetylcholinkontraktur des Extremitätenmuskels und für das Sherrington'sche Phänomen gelten.

Die typischen Unterschiede der elektrischen Reaktion der Vulpianschen Kontraktur gegenüber der gewöhnlichen Zusammenziehung des Muskels bestehen also darin, daß die elektrische Schwankung ohne Oscillationen verläuft und daß sie im allgemeinen einen sehr viel langsameren Ablauf hat. Dies ist auch von Hinsey und Gasser [14] in kursorischen Versuchen gefunden worden.

Eigene Versuche und ihre Ergebnisse.

Um Näheres über die beim Vulpianschen Phänomen auftretenden Ermüdungserscheinungen zu erfahren, habe ich unter der Anleitung von Herrn Prof. Dr. Hoffmann mehrere Versuche über dieses Phänomen an Hunden unternommen. In Morphin-Äthernarkose wird auf einer Seite der Nervus hpoglossus durchschnitten. Bei Reizung dieses Nerven nimmt die Zunge sofort die von Heidenhain beschriebene Hypoglossusstellung ein und zeigt deutlich den Verlauf einer Muskelkontraktion nach Reizung motorischer Nerven. Vom 2. Tage nach der Durchschneidung des Hypoglossus an sind an der gelähmten Zungenhälfte, besonders am Zungenrande, deutliche fibrilläre Zuckungen zu beobachten. 14 Tage nach Hypoglossusdurchschneidung wird dann bei den Tieren der Nervus lingualis der gelähmten Zungenseite durchschnitten und elektrisch gereizt.* Das Vulpian'sche Phänomen tritt auf. Nachdem sich bei der Reizung die Flimmerbewegungen zuerst verstärkt haben, hebt sich die gelähmte Zungenhälfte nach einer merkbaren Latenzzeit langsam in die Höhe, verharrt gegen die Schwere eine Zeitlang in der eingenommenen Stellung und sinkt dann langsam wieder zurück. Die Latenzzeit beträgt bei diesen Versuchen 0,14 bis 0,17 Sek. Auch die von van Rijnberk hervorgehobene Verdickung der gelähmten Zungenhälfte nach Reizung des Lingualis ist deutlich zu beobachten.

Die Prüfung des elektrischen Effektes wird folgendermaßen durchgeführt. Eine Elektrode wird an die unverletzte Zunge

* Narkose: Tiefer Pernoctonschlaf.

gelegt, die andere auf ein Zungenstück, das nach der von Schütz[16] für das Herz vorgeschlagenen Weise abgebunden worden ist. Bei diesen Versuchen verwende ich Zink-Zinksulfatelektroden. Mit einem Glasrohr wird ein kleines Stück der Schleimhaut mit Muskulatur angesaugt und dies unterbunden. Auf das unterbundene Stück kommt die unpolarisierbare Elektrode. Die galvanometrische Ablesung erweist, daß bei solchen Verfahren das abgebundene Stück der Zunge immer negativ ist gegenüber dem normalen. Die auftretende Spannung ist ziemlich beträchtlich und entspricht der sonst beim Verletzungsstrom gefundenen. Reizt man nun bei einer Zunge mit degeneriertem Hypoglossus den Lingualis, so ergibt sich regelmäßig eine negative Schwankung des Verletzungsstromes. Die Spannungsschwankung ist sehr viel geringer, als wir sie vom normalen Muskel kennen. Sie liegt der Größenordnung nach (die einzelnen Versuche zeigen ziemlich erhebliche Abweichungen) in den Zehnteln eines Millivolts. Es ist sehr typisch für das Vulpiansche Phänomen, daß die auftretenden elektrischen Veränderungen ungemein viel geringere Spannungsschwankungen zeigen als die gewöhnlichen Aktionsströme. Trotz oscillierenden Reizes ist die negative Schwankung völlig glatt. Ebenso wie Schäffer und Licht, wie Hinsey und Gasser konnte auch ich keinerlei Anzeichen einer oscillatorischen Aktion wahrnehmen. Die elektrische Erscheinung zeigt eine sehr bedeutende Latenz, die der mechanischen Wirkung entspricht. Sie überdauert den Reiz um Sekunden und geht nur sehr langsam wieder zurück. In manchen Fällen entsteht das Maximum des Galvanometerausschlages erst nachdem der Reiz beendet ist.

Reizt man den Lingualis mehrmals hintereinander, so treten Erscheinungen auf, die man als Ermüdung bezeichnen kann. Der Anstieg der negativen Schwankung wird flacher. Schließlich wird die Spannungsschwankung an sich geringer. Die

Ruhelage der Saite wird immer langsamer wieder erreicht. (Siehe Fig. 1.)

Fig. 1. Negative Schwankung des Verletzungsstromes beim Vulpianschen Phänomen. Es wird 3mal gereizt. Man beachte die Veränderung der Stromkurve mit der Ermüdung. Abszisse: Sekunden. Ordinate: 1,15 cm = 1 Millivolt.

Die Untersuchung der mechanischen Muskelleistung bei wiederholter Reizung zeigt unzweifelhaft, daß auch beim Zungenphänomen eine Treppe auftritt. Bei kurzen, wiederholten Reizungen steigert sich anfänglich der Effekt recht bedeutend. In dem durch Fig. 2 dargestellten Versuche ist folgendermaßen verfahren worden: Die Bewegung der Zunge wird auf einen starken Hebel übertragen, der mit 50 gr. belastet ist. Ich reize den Lingualis wiederholt 2 Sek. faradisch mit dem Rollenabstand 13. Zwischen den einzelnen Reizen ist stets eine Pause von 8 Sek. eingelegt. Im Laufe der ersten 4 Kontraktionen steigert sich die Zusammenziehung bis auf fast das Doppelte. Dann tritt offensichtlich sehr schnell eine Abnahme der Kontraktionskraft ein. An die Treppe schließt sich also rasch die ausgesprochene Ermüdung. Nimmt man länger dauernde Reize, so ist die Treppenerscheinung weniger ausgesprochen; schon der 2. Reiz führt zu einer schwächeren Kontraktion als der erste.

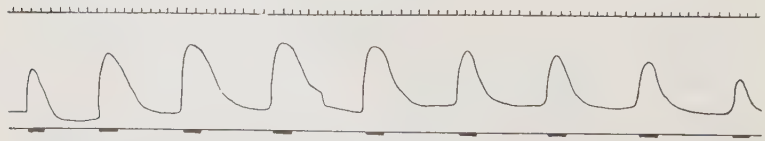


Fig. 2. Treppenphänomen und Ermüdung bei wiederholten, kurzen Reizungen des Nervus lingualis. Mechanogramm der Zunge. Oben Zeit in Sekunden, unten Reizmarkierung.

Läßt man den Reiz dauernd wirken, so erschlafft der Muskel schließlich trotz fortdauernden Reizes praktisch vollständig.

Ein Überblick über die gewonnenen Resultate zeigt, daß das Zungenphänomen außerordentlich deutliche Ermüdungszeichen erkennen läßt. Wenn man die betreffende Kontraktion der Muskulatur als eine typisch tonische der tetanischen gegenüberstellen wollte, so würde jedenfalls das eine Kriterium der tonischen Kontraktion, die schwere Ermüdbarkeit, für diese Erscheinung nicht gelten. Die Ermüdung geht eher schneller vor sich, als wir sie von der Kontraktion auf Hypoglossusreizung erwarten würden. Im übrigen ist die Erscheinung allerdings eine tonische. Es fehlt der oscillatorische Aktionsstrom. Die Kontraktion macht den Eindruck, als entstünde sie durch das Auftreten eines reizenden Stoffes in der Muskulatur. Die Bildung dieses Reizstoffes wird durch die Ermüdung entweder vermindert oder die Reaktion der Muskulatur auf diesen Reizstoff wird abgeschwächt. Welche dieser zwei Möglichkeiten vorliegt, läßt sich aus meinen Versuchen nicht entscheiden.

Herrn Prof. Dr. Hoffmann spreche ich für die Überlassung des Themas und seine wertvolle Hilfe den herzlichsten Dank aus.

Literaturverzeichnis.

[1] Phillipeaux et Vulpian: Comptes rendus de l'acad. des sciences. 65, 1009. 1863.

[2] Vulpian: Comptes rendus de l'acad. des sciences. 66, 146. 1873.

[3] Heidenhain: Arch. f. Anat. u. Physiologie. Phys. Abt. Suppl. Bd. 133. 1883.

[4] Rogowicz: Pflügers Arch. f. d. ges. Physiologie. 36, I. 1885.

[5] Sherrington: Journal of Physiology. 17, 211. 1894.

[6] Van Riynberk: Arch. neerl. des sciencis ex. et nat. Sér. III. Bd. II, 496. 1915.

[7] Henriques u. Lindhart: Pflügers Arch. f. d. ges. Physiologie. 183, 1. 1920.

[8] Boeke: Ergebnisse d. Physiologie (Asher-Spiro). 19, 448. 1921

[9] Frank, Nothmann u. Hirsch-Kauffmann: Pflügers Arch. f. d. ges. Physiologie. 197, 270. 1922. 198, 391 1923.

[10] Riesser u. Steinhausen: Pflügers Arch. f. d. ges. Physiologie. 197, 288. 1922.

[11] Frank, Nothmann u. Guttmann: Pflügers Arch. f. d. ges. Physiologie. 199, 567. 1923.

[12] Schäffer u. Licht: Arch. f. exper. Path. u. Pharmak. 115, 180. 1926.

[13] Dale u. Gasser: Journal of Pharmac. a. exper. Therapeutics. 28, 287. 1926. 29, 53. 1926.

[14] Hinsey a. Gasser: American Journal of Physiology. 87, 368. 1928/29.

[15] H. S. Gasser: Physiological Reviews. X, 35. 1930.

[16] Schütz: Zeitschrift f. Biologie. 92, 447. 1932.

Lebenslauf.

Am 21. Oktober 1911 wurde ich als Tochter des Kaufmanns Gustav Berblinger in Grafenhausen, Amt Lahr, geboren. Hier besuchte ich die Volksschule bis zum fünften Schuljahr. Dann trat ich in die Mädchenoberrealschule St. Ursula in Freiburg i. Br. ein und legte im März 1931 die Reifeprüfung ab. Ich ergriff im Sommersemester 1931 an der Universität in Freiburg i. Br. das Studium der Zahnheilkunde und bestand nach 4 Semestern die zahnärztliche Vorprüfung. Das 1. klinische Semester verbrachte ich an der Universität in Kiel. Im Wintersemester 1933 kehrte ich an die Universität Freiburg i. Br. zurück, wo ich im Herbst 1934 nach siebensemestrigem Studium das zahnärztliche Staatsexamen bestand.